

PENENTUAN KINERJA MESIN DIGESTER PABRIK KELAPA SAWIT KAPASITAS 10 TON TBS/JAM DI UNIT STERILIZER PABRIK KELAPA SAWIT

DETERMINATION OF PERFORMANCE OF PALM OIL FACTORY DIGESTER MACHINE

Oksya Hikmawan, Irwan Rachmiadji, Ramadhany

Program Studi Agribisnis Kelapa Sawit Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan

Jl. Menteng VII, Medan, 20228, Indonesia

e-mail: oksya1110@gmail.com

ABSTRAK

Digester adalah alat yang digunakan untuk melumatkan buah kelapa sawit sehingga daging terpisah dari biji yang berupa bejana maupun sebuah tanki vertical yang dilengkapi dengan pisau pengaduk atau lengan-lengan pencacah dibagian dalamnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan dari pisau pengaduk untuk mencacah atau melumatkan buah kelapa sawit (brondolan). Hasil perhitungan komponen digester terdiri dari pisau-pisau (*short arm* dan *long arm*) dengan ukuran masing-masing 46 cm untuk *short arm* dan 48 cm untuk *long arm* yang berputar terdapat *electromotor* dengan kecepatan 27 Rpm dan memakai daya 22 Kw yang akan menggerakkan *coupling* yang dibantu dengan pulley dan V-Belt untuk ukuran pulley di *electromotor* memakai ukuran 350 mm dan ukuran pulley yang kecil berukuran 300 mm dengan jarak sumbu 500 mm untuk ukuran gear yang akan dipasangkan di *coupling* 72 mm dengan tekanan *coupling* 964,24 Kg/Jam, untuk volume *tanki digester* 7,5 Ton. Dan setelah dilumatkan kemudian buah didorong oleh pisau pendorong yaitu *expeller arm*

Kata kunci: Digester, Sterilizer, Kinerja

ABSTRACT

Digester is a tool used to pulverize oil palm fruit so that the flesh is separated from the seeds in the form of a vessel or a vertical tank equipped with a stirring knife or chopping arms inside. The purpose of this study was to determine the effect of the speed of the stirrer blade to chop or pulverize oil palm fruit (brondolan). Based on the calculation results, the digester component consists of blades (short arm and long arm) with a size of 46 cm each for the short arm and 48 cm for the rotating long arm, there is an electromotor with a speed of 27 Rpm and uses 22 Kw of power which will drive the engine. coupling assisted by pulley and V-Belt for the size of the pulley in the electromotor using a size of 350 mm and a small pulley size of 300 mm with an axis distance of 500 mm for the size of the gear that will be installed in the coupling 72 mm with a coupling pressure of 964.24 Kg/hour, for a digester tank volume of 7.5 tons. And after being crushed then the fruit is pushed by a driving knife, namely the expeller arm.

Keywords: crush, Digester, Palm fruit

PENDAHULUAN

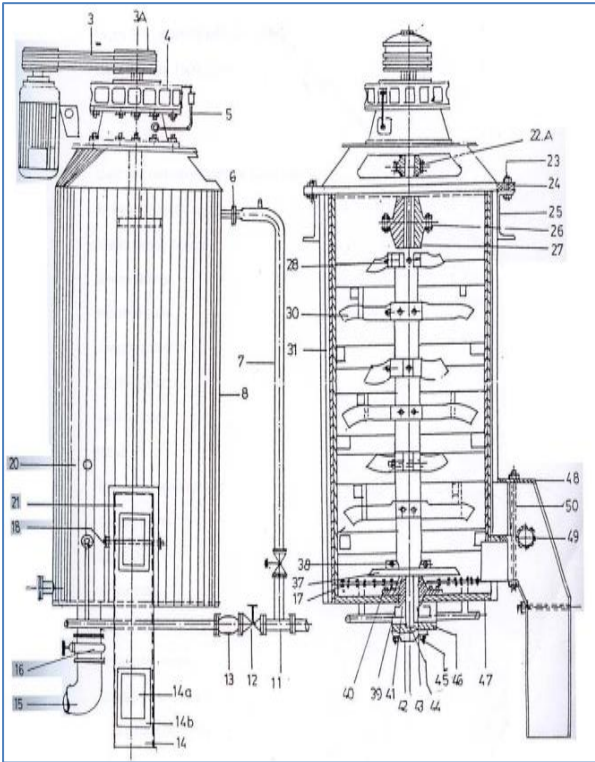
Pada dasarnya buah sawit terdiri dari empat bagian utama, yaitu *eksokrap*, *mesokrap*, *endokrap*, dan *endosperma*. *Eksokrap* merupakan bagian terluar dari buah sawit yang berupa kulit buah yang bertekstur licin dan berwarna merah jingga pada buah yang matang. *Mesokrap* adalah bagian penting dari buah sawit, Karena bagian inilah sebagian besar minyak (*Crude Palm Oil*) tersimpan. Bagian ini adalah daging buah yang berserabut dan berwarna kuning terang. Sementara itu, *endokrap* adalah bagian lebih dalam setelah *mesokrap* yang berupa cangkang atau tempurung yang melindungi bagian dalam yang berupa inti sawit atau kernel (*endosperm*). Pada kernel inilah embrio sawit berada, yang mana merupakan bagian yang menghasilkan minyak sawit (*palm kernel oil*).

Sebelum memasuki proses pengepresan, brondolan buah sawit harus dicacah dulu pada unit *digester*. Buah yang masuk ke dalam digester diaduk sedemikian rupa sehingga sebagian besar daging buah sudah terlepas dari bijinya (Sulistyo, B 2003).

Digester adalah alat yang digunakan untuk melumatkan buah kelapa sawit sehingga daging terpisah dari biji. *Digester* terdiri dari beberapa pisau yaitu pisau *long arm*, dan *short arm* yang berfungsi untuk mencincang buah kelapa sawit dengan sistem kerja pisau berputar dengan putaran alat 25 rpm.

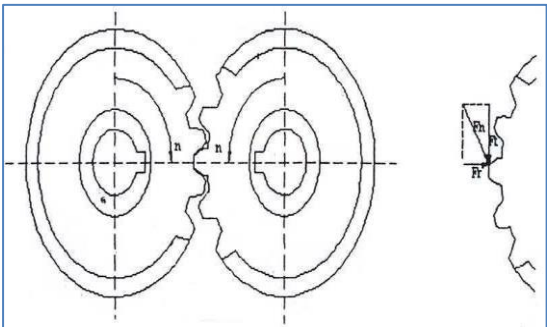
Tujuan dilakukannya pelumatan pada *digester* untuk memudahkan pekerjaan pengepresan sehingga minyak dengan mudah untuk di pisahkan dari ampas serabut serta bijinya. Bagian lain dari digester adalah skat yang berada pada dinding bagian dalam digester yang

berfungsi untuk menahan pergerakan buah agar mengikuti pergerakan putaran pisau pengaduk. Setelah buah dilumatkan kemudian buah didorong oleh pisau pendorong yaitu *expeller arm* menuju *press* (Pahan iyung, 2006).



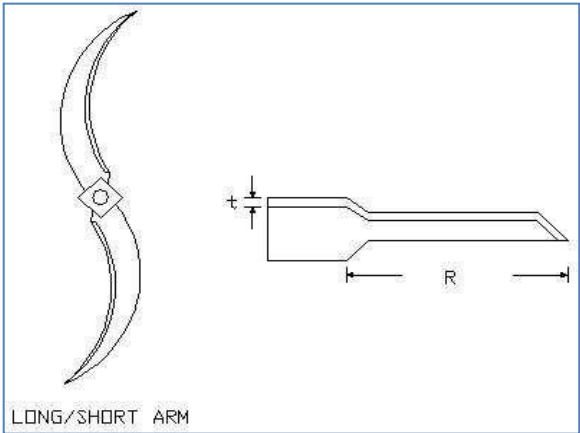
Gambar 1. Digester

Prinsip kerja mesin *digester* adalah setelah mesin dioperasikan , lalu dimasukkan steam melalui pipa masuk (*inlet pipe*). Setelah suhu didalam tabung *digester* merata, buah berondolan dimasukkan ke *digester*. Dengan adanya elektromotor yang dihubungkan keroda gigi reducer melalui sabuk dan selanjutnya daya dan putaran diteruskan oleh kopling ke poros utama, putaran yang sampai pada poros utama 26-30 rpm, sedangkan putaran pada proses elektromotor adalah 1500 rpm. Hal ini disebabkan karena perbandingan putaran sabuk diperkecil menjadi 1:1,5 sehingga putaran yang sampai pada satu poros hanya 1000 rpm, sehingga putaran terjadi diperkecil lagi oleh roda gigi *reducer* sehingga yang sampai pada poros utamanya hanya 26-30 rpm.



Gambar 2. Roda gigi perantara

Didalam mesin ini brondolan diaduk dengan menggunakan pisau yang ada pada poros utama. Didalam mesin *digester* juga dilengkapi dengan pisau tetap yang berfungsi sebagai stater, Jadi buah atau brondolan tidak di putar melainkan dibenturkan dengan mesin tetap, dengan pisau-pisau inilah akan memecah atau membuka susunan daging buah dan juga melunakkan buah dengan sempurna. *Steam* yang masuk melalui *inlet pipe* dapat diatur dengan memutar katup steam (*steam valve*).



Gambar 3. Jenis pisau yang digunakan pada digester

Volume *Digester* berpengaruh terhadap kehilangan minyak jika *Digester* penuh maka memperlama proses pelumatan dengan tekanan lawan yang kuat sehingga perajangan di atas kurang sempurna. Tetapi karena volume dalam *Digester* terlalu penuh menimbulkan tekanan di dasar *Digester* semakin tinggi dan tahanan lawan terhadap pisau semakin tinggi dan pemecahan kantong minyak terlalu cepat (*internal press*) (Ketaren, 1986).

Fungsi *Digester* dalam proses pengolahan kelapa sawit adalah untuk, melepaskan daging buah (mesokrap) dari biji (Nut), melumatkan fruit mash agar efisien pada proses pressing, menaikkan temperatur fruit mash untuk proses pressing sekitar 80 s.d 95 0C, meratakan temperatur fruit mash agar tidak terjadi pemanasan local, melepaskan sel-sel minyak dari sel-sel daging buah dengan jalan pengepresan, serta mengalihkan sebagian minyak yang terjadi pada *Digester* untuk mengurangi volume pengepresan dan menghindari terjadinya emulsi.

Untuk memudahkan pelumatan *digester* juga memakai *steam* pada temperatur 90-95°C sehingga memenuhi kondisi untuk di *press*. Pemanasan yang

dilakukan adalah pemanasan secara tidak langsung. Yaitu *steam* yang dialirkan kedalam celah dinding digester sehingga steam tidak langsung mengenai buah. Faktor yang mempengaruhi pelumatan adalah lamanya pelumatan. Semakin lama waktu pengadukan maka semakin bagus hasil adukan dari digester.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui ukuran komponen yang optimal dari sebuah mesin digester serta Untuk mengetahui efektivitas komponen mesin *digester* dengan kapasitas 10 Ton.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Pabrik Mini Kelapa Sawit (PKS) Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan.

Pengamatan terhadap objek permasalahan yaitu pada pada proses pelumatan buah di unit *digester*.

Selanjutnya data diambil di lapangan pada proses pengolahan di *digester*, seperti, kecepatan putaran elektromotor (Rpm), kapasitas digester (Ton TBS/Jam), suhu *steam* yang dipakai pada *digester* (°C), kapasitas bahan olahan pabrik (Ton TBS/Jam), komposisi kandungan bahan olahan (%), kemudian data di olah untuk memperoleh ukuran komponen peralatan pada *digester*, dan efektivitas komponen pada mesin *digester*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi digester adalah sebagai berikut :

Merk : LED3200
Type : 3PC250POM
Tahun perolehan : 2014
Kapasitas : 10 ton
Kecepatan pisau : 27 rpm

Hasil pengamatan pada Proses Pelumatan Brondolan Pada Digester adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Proses Pelumatan Brondolan Pada Digester

No	Brondolan				Steam			Kec Elektro motor
	M Kg/Jam	T1 (°C)	T1 (°C)	ΔT (°C)	Ps (Kg/Cm2)	TS (°C)	Tc (°C)	Rpm
1.	18729	61	88	27	2,344	125	84	1600
2.	18729	62	92	30	2,344	127	88	
3.	18729	65	95	30	2,344	130	90	

Keterangan :

- M = Laju massa masuk (Kg/Jam)
- T1 = Temperatur bahan masuk (°C)
- T2 = Temperatur bahan keluar (°C)
- ΔT = Selisih 45emperature bahan masuk dan keluar (°C)
- Ps = Tekanan *Steam* (Kg/cm²)
- Ts = Temperatur *steam* masuk (°C)
- Tc = Temperatur kondensat (°C)

Daya Motor Penggerak

Daya yang digunakan untuk memutar poros adalah perkalian momen putar yang diberikan dengan kecepatan sudut pemutar (*Handel*).

P = T ω

- Dimana :
- P = daya (W)
 - T = torsi (Nm)
 - ω = kecepatan sudut (rad/det)
 - P = F R (2πn/60)

Dimana :

F = Gaya

n = Putaran poros

sedangkan gaya dapat dicari dengan rumus:

F = P A

- Dimana :
- F = Gaya (N)
 - P = Daya (kg/cm²)
- Harga A diperoleh sebagai berikut :
- A = t R

- Dimana :
- t = Tebal pisau (cm)
 - R = Panjang pisau (cm)

Untuk menghitung pisau panjang
Dik :
t = 1,7 cm
R = 46 cm
Banyak pisau = 8 buah

Maka untuk pisau panjang :
A = t R (8 buah)
A = 1,7 mm . 46 mm . 8
A = 625,6 mm²
- Untuk pisau pelempar (*Short*) :
A = t R (2 buah)
A = 2,0 mm . 48 mm . 2
A = 192 mm²

Sehingga total harga A ;

$$\begin{aligned} A_t &= A_{\text{pisau panjang}} + A_{\text{pisau pelempar}} \\ &= 625,6 \text{ mm}^2 + 192 \text{ mm}^2 \\ &= 817,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Gaya memecah sawit dapat dihitung dengan perkalian antara kekerasan sawit dengan luas total bidang permukaan pisau.

Data yang diperoleh nilai tekanan sawit adalah $0,255 \text{ kg/cm}^2$, dan *gravity* $9,81 \text{ m/s}^2$. Maka :

$$\begin{aligned} F &= P \cdot A_t \cdot g \\ F &= 0,255 \text{ kg/cm}^2 \cdot 817,6 \text{ cm}^2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \\ F &= 2045,2672 \text{ N} \\ \text{Untuk R1 pisau panjang} &= 46 \text{ cm (8 buah),} \\ \text{maka P1 adalah :} \\ P1 &= F R1 (2\pi n/60) \\ &= 2045,2672 \text{ N} \cdot 0,46 \text{ cm (} 2\pi \cdot 22/60) \\ &= 2166,40 \text{ watt} \times 8 \text{ buah} \\ &= 17331,21 \text{ watt} \end{aligned}$$

Untuk R2 pisau pelempar = 48 mm (2 buah), maka P2 adalah :

$$\begin{aligned} P2 &= F R2 (2\pi n/60) \\ &= 2045,2672 \text{ N} \cdot 0,48 \text{ cm (} 2\pi \cdot 22/60) \\ &= 2260,59 \text{ watt} \times 2 \text{ buah} \\ &= 4521,18 \text{ watt} \end{aligned}$$

Dengan demikian :

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= P1 + P2 \\ &= 17331,21 \text{ watt} + 4521,18 \text{ watt} \\ &= 21852,39 \text{ watt} \\ &= 21,85 \text{ kW} \rightarrow \text{diambil P total} = 22 \text{ kW} \end{aligned}$$

Volume dan Kapasitas Digester

Berikut ini merupakan perhitungan volume digester yang direncanakan :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (1,13)^2 \cdot 2,6 \\ &= 2,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume steering arms, poros dan wall blade diansumsikan $0,1 \text{ m}^3$ sehingga volume digester : $2,6 - 0,15 = 2,5 \text{ m}^3$, kerapatan berondolan (fruitlet) adalah $\rho = 0,9 \text{ Ton/m}^3$.

Jadi berat digester di isi berondolan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 2,5 \text{ m}^3 \times 0,9 \text{ Ton/m}^3 &= 2,25 \text{ Ton} \\ \text{Kapasitas 1 digester} &= 10 \text{ Ton/jam} \\ \text{Kapasitas brodolan 75\% terhadap 10 Ton TBS kelapa sawit,} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas 1 digester} &= \frac{75}{100} \times 10 \text{ Ton} \\ &= 7,5 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Sedangkan yang diperoleh dari data adalah 10 Ton/jam. Jadi, kapasitas 1 digester dari hasil perhitungan adalah = 7,5 Ton/jam.

Jumlah pengisi 1 jam diperlukan :

$$\begin{aligned} &= \frac{7,5 \text{ Ton}}{226 \text{ Ton}} \\ &= 3 \text{ kali pengisian} \\ \text{Waktu pengisian :} \\ &= \frac{60 \text{ menit}}{4 \text{ Unit}} \\ &= 15 \text{ menit sekali} \end{aligned}$$

Perhitungan Sabuk dan Puli

Untuk meneruskan daya putaran dari electromotor ke poros putaran 1 digunakan sabuk transmisi dan puli. Panjang sabuk dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$L = 2c + (\pi/2)(dp + Dp) + \frac{1}{4}(Dp - dp)^2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} L &= \text{Panjang sabuk (mm)} \\ C &= \text{Jarak sumbu poros} \\ &= 1,5 \times Dp \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk harga } Dp &= 350 \\ &= 1,5 \times 350 \\ &= 525 \end{aligned}$$

$$Dp = \text{diameter puli kecil} = 300 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Dp &= \text{diameter puli besar} = 350 \text{ mm} \\ &(\text{direncanakan}) \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} L &= 2.350 + (\pi/2)(300 + 350) + \frac{1}{4}(350 - 300)^2 \\ L &= 11.7205 \text{ mm} \end{aligned}$$

Pada mesin digester ini roda gigi yang digunakan adalah roda gigi cacing (*worm gear*). Roda gigi cacing ini terdiri dari roda ulir dan roda gigi lurus.

Pada roda gigi cacing mempunyai perbandingan putaran :

$$\begin{aligned} I &= \frac{n1}{n2} = \frac{1600}{22} = 72 \\ \text{Dimana :} \\ Z2 &= Z1 \times i \\ &= 1 \times 72 \\ &= 72 \end{aligned}$$

Direncanakan sudut tekan normal (T_n) = 200, sudut kisar (γ) = 25, sudut kelengkungan sisi gigi (Φ) = 700, dalam perencanaan roda gigi harus diketahui lebih dahulu besar modulnya.

Pada roda gigi cacing modul terbagi dua yang modul normal (M_n) dan modul aksial (M_s). Adapun modul-mudul tersebut adalah :

Modul normal :

$$M_n = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{MWZ \cdot \cos y_1}{\lambda \cdot C \cdot ZX}} \text{ (cm), dan}$$

$$M_5 = \frac{Mn}{\cos y}$$

Dimana :

$$MW_2 = \text{Momen punter dari roda gigi}$$

$$= 71620 \frac{p}{n^2} \text{ (Kg/Cm)}$$

$$= 71620 \frac{30}{22}$$

$$= 97663,63 \text{ Kg/Cm}^2$$

Z_n = jumlah gigi

Dengan demikian:

$$M_n = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{97663,63 \cdot \cos 25}{8 \cdot 100 \cdot 72}}$$

$$= 0,86 \cdot \sqrt[3]{1,15}$$

$$= 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

Modul aksial :

$$M_5 = \frac{Mn}{\cos y}$$

$$M_5 = \frac{10}{\cos 25}$$

$$= 11 \text{ mm}$$

Dalam perancangan ini direncanakan jumlah gigi pada roda gigi (Z_n) = 72

maka diameter lingkaran bagi setiap roda gigi di data dengan persamaan. Untuk diameter jarak baginya:

$$d_1 = \frac{Z_1 M_n}{\sin y}$$

$$d_1 = \frac{1 \cdot 10}{\sin 25} = 23,66 \text{ mm}$$

Untuk roda gigi diameter jarak baginya :

$$d_2 = Z_2 \cdot M_n$$

$$= 72 \cdot 10$$

$$= 720 \text{ mm}$$

Untuk sumbu poros (a) cacing dan roda gigi cacing :

$$a = (d_1 + d_2) / 2$$

$$= (23,66 + 720) / 2$$

$$= 743,66 / 2 = 47,83 \text{ mm}$$

Tinggi kepala (hk) :

$$hk = M_n = 10 \text{ mm}$$

Tinggi kaki (hf) :

$$hf = 1,157 \cdot M_n$$

$$= 1,157 \cdot 10 = 11,57 \text{ mm}$$

Celah bebas (C) :

$$C = 0,157 \cdot M_n$$

$$= 0,157 \cdot 10 = 1,57 \text{ mm}$$

Tinggi gigi (H)

$$H = 2,157 \cdot M_n$$

$$= 2,157 \cdot 10 = 21,57 \text{ mm}$$

Sehingga di dapat dimensi perencanaan adalah :

Diameter luar cacing (dk) :

$$dkl = d_1 + 2 \cdot hk$$

$$= 23,66 + 2 (10)$$

$$= 43,66 \text{ mm}$$

Diameter inti cacing (dri) :

$$dri = d_1 + 2 \cdot hf$$

$$= 23,66 + 2 (11,57)$$

$$= 0,52 \text{ mm}$$

Diameter tenggorok roda gigi cacing (dt) :

$$dt = d_2 + 2 \cdot hf$$

$$= 720 + 2 (10)$$

$$= 740 \text{ mm}$$

Diameter roda gigi cacing (b) :

$$b = 0,577 \cdot dkt$$

$$= 0,577 \cdot 43,66$$

$$= 25,19 \text{ mm}$$

Perhitungan komponen kopling

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan perhitungan komponen kopling

$$T = 9,74 \times 105 \text{ pd/n}$$

$$= 9,74 \times 105 \cdot 21,85 / 22$$

$$= 964,260 \text{ kg/mm}$$

Penentuan tanki digester

Tebal plat drum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$t = (p \cdot d) / (2 \cdot ft)$$

dimana :

t = tebal plat drum

p = tekanan uap pada drum = 2,5 kg/mm² (direncanakan)

d = diameter digester = 113 cm (direncanakan)

ft = tegangan tarik bahan = 60 kg/mm²

maka tebal platnya :

$$t = (p \cdot d) / (2 \cdot ft)$$

$$t = (2,5 \cdot 113) / (2 \cdot 60)$$

$$t = 2 \text{ cm}$$

Perhitungan putaran yang dibutuhkan digester

Untuk menghitung putaran pada digester menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Putaran digester} = \frac{N_1 \cdot d_2}{N_2 \cdot d_1} \cdot R$$

Keterangan :
 N1 = Kecepatan putaran elektromotor (rpm)
 N2 = Kecepatan digester (rpm)
 d1 = Ukuran pully electromotor (cm)
 d2 = Ukuran pully digester (cm)
 R = Rasio panjang V-Belt

$$= \frac{N2 \times 35 \text{ cm} = 48.000 \text{ Rpm/cm}}{50} = 27,4285 \text{ Rpm}$$

Data dari hasil perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 2.

Sehingga :

$$\text{Putaran digester} = \frac{\frac{N1 \times d2}{N2 \times d1}}{R}$$

$$= \frac{\frac{1600 \text{ Rpm} \times 35 \text{ cm}}{N2 \times 30 \text{ cm}}}{50}$$

Tabel. 2 Tabulasi Data pada Digester

Data	Brondolan				Steam			Pisau Pelumat		Pully		Roda Gigi	Kopling	Tanki Digester				Electromotor		Digester	
	M	T1	T2	ΔT	PS	TS	TC	S	L	d1	d2	Z	T	t	p	d	ft	N1	P	N2	V
	Kg/Jam	(°C)	(°C)	(°C)	(Kg/Cm²)	(°C)	(°C)	Cm	Cm	mm	mm	mm	Kg/mm	Cm	Kg/mm	Cm	Kg/mm	Rpm	Kw	Rpm	Ton/Jam
1	18729	61	88	27	2.344	125	84														
2	18729	62	92	30	2.344	127	88	46	48	300	350	72	964.26	2	2,5	113	60	1600	22	27.429	7,5
3	18729	65	95	30	2.344	130	90														

PEMBAHASAN

Mesin digester adalah alat yang digunakan untuk melumatkan buah kelapa sawit sehingga daging terpisah dari biji. Digester berupa tanki vertical yang dilengkapi dengan lengan-lengan (short arm dan long arm) pencacah yang berada pada bagian dalam digester.

Brondolan yang dibawa oleh *distributing conveyor* akan didistribusikan ke *digester*. Pada *digester* terdapat pisau-pisau untuk mengaduk dan mencacah brondolan sawit agar minyak mudah dikeluarkan pada proses pengempaan. Pencacahan terjadi selama 10-15 menit dengan menggunakan panas steam. Selama pengadukan diperlukan kecepatan yang kontinyu dan pemanasan yang konstan 90-95°C sehingga *viscosity* minyak menurun yang berakibat mempermudah proses pengadukan dan minyak akan mudah dikeluarkan

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja digester antara lain : level volume buah dalam digester, minimal berisi ± 3/4 dari volume digester (menghindari pisau bagian atas tertutup oleh brondolan) serta temperatur *steam* masuk dijaga pada suhu 90-95°C untuk memudahkan proses pelepasan daging buah dari biji

Tujuan dari pelumatan buah kelapa sawit adalah untuk melumatkan buah kelapa sawit. Untuk mencapai pengadukan yang baik maka pengadukan harus dilakukan pada digester yang berisi 75 ton.

Jumlah isian digester berpengaruh terhadap kehilangan minyak, jika digester penuh maka memperlambat proses pelumatan dengan tekanan lawan yang kuat sehingga perajangan dibagian atas kurang sempurna, namun karena volume dalam digester terlalu penuh menimbulkan tekanan di dasar digester smakin tinggi dan tahanan lawan terhadap pisau semakin tinggi sehingga pemecahan kantong minyak terlalu cepat (internal press).(Naibaho. P. 1988

Masa tahan Digester (Digester retention time) adalah waktu yang diperlukan oleh berondolan rebus untuk berada didalam Digester mulai dari masuk hingga keluar dari Digester. Masa tahan ini sangat penting untuk menjamin berondolan terlumat dengan baik sehingga pengempaan buah berlangsung dengan baik dengan losis minyak yang minimal di fibre dan biji.

Proses pelumatan tidak hanya ditentukan oleh masa tahan digester namun dalam kondisi normal, masa tahan sangat menentukan karena apabila masa tahan tidak terjamin minimal 15 menit maka

proses pengempaan akan menghasilkan losses tinggi di fibre dan biji.

Normal putaran poros digester adalah 26 rpm apabila waktu pengadukan lebih dari 29 menit maka perlu dilakukan pemeriksaan terhadap tingkat keausan pisau digester, temperatur kerja dan siku-siku 15 mm yang terpasang di wearing plate digester, kemudian dipastikan daging buah lepas dari biji sebelum di kempa dan minyak selalu mengalir dari bottom plate digester menuju oil gutter (Sunarko, 2007).

Tujuan utama dari pengadukan adalah untuk melumatkan daging buah agar mudah di press, sehingga minyak dapat dengan mudah diperoleh tanpa membebani pressan dengan tekanan yang kuat sehingga dapat mengakibatkan nut pecah.

Mesin digester juga dilengkapi dengan pisau tetap (wall blade) yang berfungsi sebagai penahan (strator), sedangkan pisau yang berputar berfungsi sebagai rotor, Jadi brodolan tidak diputar melainkan dibenturkan dengan pisau tetap, dengan adanya pisau pengaduk dan pisau tetap inilah buah yang masuk akan tercacah dan mencacah serta membuka susunan daging buah juga sekaligus melunakan buah dengan sempurna akibat adanya uap panas (steam).

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan penggerak yang digunakan elektromotor dengan kecepatan 1600 rpm dan tegangan 22 Kw, ukuran pisau short arm 46 cm dengan ketebalan 1,7 cm dan untuk long arm panjangnya 48 cm dan tebal 2 cm itu dirancang agar pelumatan berjalan dengan lancar tanpa ada penggumpalan pada saat pencacahan.

Untuk volume dan kapasitas digester Volume steering arms, poros dan wall blade diansumsikan 0,1 m³ sehingga volume digester : $2,6 - 0,15 = 2,5$ m³, kerapatan berondolan (fruitlet) adalah $\rho = 0,9$ Ton/m³ dengan tekanan 964,26 kg/mm. Jadi berat digester di isi berondolan adalah 10 Ton/jam.

Kapasitas brodolan adalah 75% terhadap 10 ton TBS kelapa sawit, sehingga kapasitas 1 digester adalah 7,5 ton.

Berdasarkan dengan ukuran puli panjang V-Belt harus menyesuaikan dengan ukuran puli oleh karena itu ukuran V-Belt yang di pakai berukuran 500 mm. Pada mesin digester ini roda gigi yang digunakan adalah roda gigi cacing (worm gear). Roda gigi cacing ini terdiri dari roda ulir dan roda gigi lurus.

Keuntungan memakai roda gigi cacing gerakannya antara roda ulir dan roda cacing hampir bebas getaran, dan juga perbandingan tranmisi relative tinggi, dalam

perencanaan ini direncanakan jumlah gigi pada roda gigi (Z_n) = 72, maka diameter lingkaran bagi masing – masing roda gigi di data dengan persamaan untuk diameter jarak baginya adalah 23,66 mm adalah 720 mm. perancangan kopling dirancang dengan tekanan 964,260 kg/mm. perancangan tanki digester berdiameter 113 cm, tekanan uap 2,5 kg/mm², dan tegangan tarik bahan sebesar 60 kg/mm² dengan ketebalan 2 cm.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pengoperasian digester dan mendapatkan hasil yang lebih maksimal adalah pada proses pelumatan, semakin tinggi volume pengisian, maka semakin baik. Tujuannya untuk pelumatan dari fruit mash sempurna dan kebutuhan dari digester terpenuhi, factor selanjutnya adalah putaran dari poros digester perlu diperhatikan, supaya proses penghancuran fruit mash sempurna dan diusahakan pelumatannya homogen (serat-serat dari buah masih terlihat) serta faktor dari katup penyuplai uap (steam valve) harus sering di kontrol, agar pengaturan temperatur di dalam ruang digester mudah dilakukan.

Pada awal proses, pembukaan pintu chute digester dilakukan setelah proses pengadukan berlangsung selama 20-25 menit. Hal ini untuk menghindari timbulnya efek-efek seperti percikan minyak (muncrat) pada saat fruit mash di press sehingga tidak menimbulkan kerugian, Mesocarp tidak mau berpisah dengan nut-nya, sehingga akan menyulitkan pada stasiun kernel recovery.

Pada akhir proses, ruang didalam Digester harus dikosongkan untuk mempermudah pengoperasian selanjutnya dan mengalihkan minyak yang terjadi dalam digester untuk mengurangi volume pengepresan serta menghindari terjadinya emulsi

KESIMPULAN

Kecepatan pelumatan yang efektif digunakan untuk melumatkan buah kelapa sawit pada unit digester adalah 27 rpm. Dengan daya yang digunakan untuk motor listrik adalah 22 kW dengan putaran 1600 rpm.

Untuk puli besar memakai ukuran diameter 350 mm, dan ukuran puli kecil memakai puli berukuran 300 mm dengan panjang sabuk V-Belt 500 mm dan dengan jarak sumbu 500 mm juga, untuk roda gigi memakai ukuran diameter 72 mm. yang dapat menggerakkan kopling bertekanan 964,26 Kg/mm dengan volume tanki 10 Ton tetapi hanya dapat terisi 7,5 Ton/Jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2009. *Pedoman Operasional Pengolahan Kelapa sawit.PT. Perkebunan Nusantara IV (PERSERO, Medan*
- Damanik, U. 2011. *Pengisian Digester palm oil mill. Medan.*
- Fauzi, Yan dkk. 2018. *Kelapa Sawit.* Penebar Swadaya: Jakarta.
- George H. M. 1994, "*Kinematika dan Dinamika Teknik*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Kateren S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan.* UI-Press: Jakarta.
- Naibaho, P. 1996. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit.* Pusat penelitian Kelapa Sawit Medan.
- Pahan, Iyung 2008. *Panduan Kelapa Sawit.* Penebar Swadaya: Jakarta.
- Pahan, I. 2012. *Panduan Kelapa Sawit.* Penebar Swadaya: Jakarta.
- Sibuea, P. 2014. *Minyak Kelapa Sawit, Teknologi&Manfaatnya Untuk Pangan.,* Nutrasetikal.Medan
- Smith, J. M. H. C. Van Ness. M. M. Abbott., *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics.* 6th edition. Mc Graw Hill Companies Inc. New York
- Soraya, Noni 2013. *Minyak Kelapa Sawit.* IPB Press: Bogor.
- Sukarman. 2010. *Steam dalam Pembuatan Pakan untuk Komoditas Akukultur.* Depok: Balai Riset Budidaya Ikan Hias.
- Sularso, Kiyokatsu Suga, (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin.* Jakarta: Pradya Paramita
- Sulistyo, B. 2003. *Budi Daya Kelapa Sawit.* Balai Pustaka, Jakarta.
- Sunarko. 2007. *Budidaya dan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit dengan Sistem Kemitraan.* Jakarta (ID): Agromedia Pustaka.
- Winanti, Widiatmini Sih. 2006. *Perbaikan Jalur Pendistribusian Steam untuk Penghematan Steam pada Industri kertas.* Jakarta : Tek. Ling. PTL-BPPT.